

УДК 620.172.21

**А. Н. Морозова^{1*}, В. А. Хотин², Д. И. Вичужанин³,
В. М. Фарбер²**

¹Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург

²Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

³Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

*Zazma7@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ В ПОЛОСЕ ЧЕРНОВА–ЛЮДЕРСА

С использованием метода корреляции цифровых изображений исследованы особенности пластического течения в ходе деформации растяжением образцов стали 08Г2Б. Испытаны стандартные плоские образцы на растяжение с постоянной скоростью деформации. Проведен текстурный анализ различных областей вне и внутри полосы Чернова–Людерса.

Ключевые слова: низкоуглеродистые стали, пластическая деформация, полосы Чернова–Людерса, текстура, ФРО, метод корреляции цифровых изображений.

A. N. Morozova, V. A. Khotinov, D. I. Vichuzhanin, V. M. Farber

RESEARCH OF PLASTIC FLOW IN THE CHERNOV–LUDERS BAND

The research studies the plastic flow behavior of tensile specimens of ultrafine-grained steel 08G2B, using the digital image correlation method, electron orientation microscopy, and microindentation. Standard flat tensile specimens were tested with a constant strain rate. Texture analysis and microidentification were carried out in different regions outside, at the front, and inside the Chernov–Luders band.

Key words: low-carbon steels, plastic deformation, Chernov–Luders bands, texture, orientation distribution function, digital image correlation method.

Целью настоящей работы явилось исследование методами корреляции цифровых изображений, электронной ориентацион-

ной микроскопии и микроиндентирования пластической деформации на фронте и в полосе Чернова–Людерса (ПЧЛ) в сверхмелкозернистой стали 08Г2Б.

Материалом исследования явились плоские образцы на растяжение толщиной 3 мм, шириной 20 мм, длиной рабочей части 60 мм. Испытания на растяжение со скоростью $\dot{\epsilon} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ проводились на машине Instron 8801, снабженной комплексом Strain Master для регистрации с видеосъемкой с частотой 30 кадров/с. Изучались образцы в исходном состоянии (после контролируемой прокатки (КП)) и после КП + нагрев на 680 °С ($\tau = 30$ мин) с охлаждением на воздухе.

Растягивались два образца: первый — вплоть до разрушения для отыскания положения площадки текучести и общей картины деформации; у второго образца деформация прекращалась по достижению площадки текучести $\delta \approx 3\%$.

Текстурный анализ проводился методом ДОО/EBSD на двулучевом электронно-ионном микроскопе ZEISS CrossBeam AURIGA с программно-аппаратным комплексом регистрации и анализа картин дифракции обратно рассеянных электронов (ДОО) Nordlys HKL Channel 5®.

Измерения микротвердости проводились пирамидой Виккерса при нагрузке 9 Н с регистрацией диаграммы вдавливания на микротвердомере CSM МНТ.

Анализ картин полей деформации $\epsilon_{\text{уу}}$ и профилей (кривых) $\epsilon_{\text{уу}}$ — $L_{\text{обр}}$ показал, что у ПЧЛ можно выделить три зоны: активную, релаксационную и периферийную.

Установлено, что пластическая деформация внутри ПЧЛ при ее образовании и распространении приводит к накоплению дислокаций и, соответственно, упрочнению. Прирост микротвердости HV_{μ} составил ~ 25 единиц ($HV_{\mu} = 285$), что соответствует степени деформации в ПЧЛ $\epsilon_{\text{ПЧЛ}} \approx 15\%$. Это так же подтверждается при пересчете величины локального удлинения $\delta_{\text{ПЧЛ}} = \Delta L / L_{\text{ПЧЛ}}$ с учетом того, что на этой стадии деформация идет только в ПЧЛ при этом другие участки образца не испытывают пластического течения.

Анализ микроструктуры образцов и EBSD-карт показал, что в исследованной стали после контролируемой прокатки (КП) имеется ярко выраженная полосчатость и формируется четко выраженная многокомпонентная текстура.

Найдено, что трансляционно-ротационный характер пластического течения в ПЧЛ приводит к сохранению компонент текстуры $\{112\}\langle 110 \rangle$... $\{113\}\langle 110 \rangle$ и $\{112\}\langle 113 \rangle$, унаследованных металлом от горячей деформации, и появлению новых компонент $\{112\}\langle 111 \rangle$ и $\{001\}\langle 110 \rangle$. От периферии к середине ПЧЛ интенсивность компоненты $\{001\}\langle 110 \rangle$ возрастает в $\sim 2,5$ раза, тогда как величина других компонентов ПЧЛ остается примерно на одном уровне.